

## ⑫ 公開特許公報(A) 平4-81968

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>  
G 06 F 15/21識別記号 庁内整理番号  
R 7218-5L

③ 公開 平成4年(1992)3月16日

審査請求 未請求 請求項の数 16 (全23頁)

⑭ 発明の名称 知的計画支援システム

⑰ 特 願 平2-197488

⑱ 出 願 平2(1990)7月24日

⑲ 発 明 者 矢 島 敬 士 神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株式会社日立製作所システム開発研究所内

⑲ 発 明 者 斎 礼 神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株式会社日立製作所システム開発研究所内

⑲ 発 明 者 増 位 庄 一 神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株式会社日立製作所システム開発研究所内

⑲ 発 明 者 重 入 正 彦 神奈川県川崎市幸区鹿島田890番地の12 株式会社日立製作所情報システム工場内

⑲ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑲ 代 理 人 弁理士 磯村 雅俊

最終頁に続く

明 細 書

## 1. 発明の名称

知的計画支援システム

## 2. 特許請求の範囲

1. 利用者にスケジューリングデータを表示する情報表示装置と、スケジュールを実行するスケジューリングロジックと、スケジューリングデータおよびルールを格納する蓄積装置と、上記スケジューリングロジックに基づいてスケジュールを演算する演算装置と、上記情報表示装置および上記演算装置を結合する通信回路とを具備するスケジューリングシステムにおいて、上記蓄積装置内のルールを用いて、割り付けデータをスケジューリング表に割り当てていき、割り付け不能なデータが発生した場合には、他に制約を渡して待機するスケジューリングロジックと、上記割り付け不能なデータが発生した場合に、上記通信回路を介して既作成のスケジューリング表と割り付け不能データを上記スケジ

ューリングロジックから受け取り、これらを格納するワークメモリと、上記スケジューリングロジックから起動されることにより、上記ワークメモリの内容を読み込み、該当時点で緩和すれば処理条件を満たすことが可能な複数の制約条件を検出し、その中から緩和すべき制約条件を決定し、制約条件を緩和した結果のスケジュールを求めて、これを上記ワークメモリに格納し、上記スケジューリングロジックに通知する制約緩和システムとを設けたことを特徴とする知的計画支援システム。

2. 請求項1に記載の知的計画支援システムにおいて、上記制約緩和システムは、該当時点で緩和すれば処理条件を満たすことができる複数の緩和代替案を検出する緩和可能条件選択システムと、各緩和代替案毎に、制約条件を緩和したときに結果として緩和せざるを得ない制約条件を決定する因果関係決定システムと、各緩和代替案に関して優先度を決める優先度決定システムと、制約条件を緩和した

- 結果のスケジュールを求め、割り付けが可能であることを確認する緩和状態確認システムと、利用者が上記各システムのルールおよびパラメータを環境変化に対応して修正するためのインターフェイスとを具備することを特徴とする知的計画支援システム。
3. 請求項2に記載の知的計画支援システムにおいて、上記プライオリティ決定システムは、緩和すれば処理条件を満たすことができる複数の制約条件毎に、処理条件と過去の制約緩和履歴に基づいたプライオリティを設定することを特徴とする知的計画支援システム。
4. 請求項2に記載の知的計画支援システムにおいて、上記制約緩和システムは、内蔵する各システムの処理を並列的に実行することを特徴とする知的計画支援システム。
5. 請求項1または2に記載の知的計画支援システムにおいて、上記制約緩和システムは、最もプライオリティが低い制約条件を緩和するのではなく、最も早く検出された実行可能解を出力することを特徴とする知的計画支援システム。
6. 請求項1または2に記載の知的計画支援システムにおいて、上記制約緩和システムないし上記緩和条件決定システムが緩和条件を決定している間に、スケジューリングロジックは割り当て不能なデータを割り当てない場合のスケジューリングを計算しておくことを特徴とする知的計画支援システム。
7. 請求項1に記載の知的計画支援システムにおいて、上記スケジューリングロジックおよび蓄積装置を含むスケジューリングシステムと、上記制約緩和システムとは、同時に起動可能な状態にしておくことを特徴とする知的計画支援システム。
8. 請求項1に記載の知的計画支援システムにおいて、上記スケジューリングロジックおよび蓄積装置を含むスケジューリングシステムと制約緩和システムの両方の知識を、同期して動的に変更することができる状態にしておくことを特徴とする知的計画支援システム。
9. 請求項1に記載の知的計画支援システムにおいて、上記蓄積装置および制約緩和システムに対して、同一対象に関する複数の異なった知識のうち、あるものを上記蓄積装置に、残りを上記制約緩和システムに、それぞれ入力することを特徴とする知的計画支援システム。
10. 請求項1または2に記載の知的計画支援システムにおいて、上記制約緩和システムは、制約緩和処理に関する部門別の知識を格納しておき、対象となる制約条件別に部門知識を選択して緩和処理の方式を決定し、対象となる制約条件が2以上の部門にまたがる場合には、統合知識により妥協点を探ることを特徴とする知的計画支援システム。
11. 請求項1または2に記載した知的計画支援システムにおいて、上記制約緩和システムでは、緩和可能な制約条件を利用者がスケジューリングの過程で入力し、また利用者がスケジューリングの途中で介入して緩和の仕方を修正することを特徴とする知的計画支援システム。
12. 請求項1または2に記載の知的計画支援システムにおいて、上記制約緩和システムでは、各制約緩和処理時点のスケジュール関連データを保存しておくファイルを具備することを特徴とする知的計画支援システム。
13. 請求項1または2に記載の知的計画支援システムにおいて、上記スケジューリングロジックおよび蓄積装置を含むスケジューリングシステムでは、利用者と該スケジューリングシステムとの間の情報交換を行うために、交換情報の間に関連を付けて蓄積するとともに、利用者の特性データを関連付けて表示するようにし、かつ情報交換を分析して、情報交換が順調でない場合には、人間の専門家を介入させることを特徴とする知的計画支援システム。
14. 請求項1、2または13に記載の知的計画支援システムにおいて、上記スケジューリングシステムでは、スケジューリングの途中で利用者が処理に介入できるスケジューリング履歴蓄積システムと、交換情報の間に関連を付けて蓄積

できる操作情報選択表示システムおよび表示用端末とを、それぞれ追加することを特徴とする知的計画支援システム。

15. 請求項1、2または13に記載の知的計画支援システムにおいて、上記スケジューリングシステムでは、利用者とスケジューリングシステム間の交換情報および顧客データベースに蓄積された顧客情報から、顧客の介入重要度（緊急度）を判断することを特徴とする知的計画支援システム。

16. 請求項2、3または5に記載の知的計画支援システムにおいて、上記制約緩和システムないし上記プライオリティ決定システムは、過去の緩和履歴を考慮した多属性効用関数を用いて、プライオリティを決定することを特徴とする知的計画支援システム。

### 3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、企画、分析業務において、スケジューリング等の計画、設計を行う場合、制約された

が計画時に求められている。

企業が位置する環境が大きく変化してくると、システム全体としての最適化は望めなくなり、どの点で満足するかということが課題となってくる。そのために、単に計画作成が可能なのかという形で、一意的に計画を定義することはできなくなっている。そこで、プロセスシステムの状況に応じ、必要最低限の評価指標値の維持を可能にするという多段階の評価が求められる。評価指標値の状況のレベルとそれに対応する運用方法が複数のランクで規定される場合のシステムの計画評価をどのように定義し、計算機支援を行うかが課題である。

(ii) 第2の問題は、トライアンドエラーによる時間の浪費に対して、計算機によりどのように支援するかである。

すなわち、システムが置かれた状況が、社会の急激な変化に伴ってめまぐるしく変わってきている。このように、専門家でも経験していない状況下で計画作成する必要が生じており、その結果、計画指針やルールへの設計者の確信度は低下して

条件により解が求められないときでも、制約条件を緩和して満足した計画の作成を支援する知的計画支援システムに関するものである。

〔従来の技術〕

近年、消費者のニーズに激しい変化が見られるようになってきた。このような変化に従従するためには迅速に新しい商品の企画を行う必要があり、その実現のために、企画・分析業務へのコンピュータ支援が要求されている。

従来の計算機支援システムとしては、基幹情報システム等の合理化を主目標としたものが多かった。そのような支援システムを、計画・分析業務にも利用を拡大しようとする、次のような問題が生じてくる。

(i) 第1の問題は、制約条件をどのように緩和するかである。

すなわち、計画を作成する際には、全ての条件を満足することができない場合が多くなっており、プロセスシステムの状況に応じて必要最低限の評価指標値の維持を可能にする等の多段階での評価

があり、満足が得られる合理的な方法論がなくなっている。そのような場合には、トライアンドエラーが不可欠となるが、この方法でのアプローチは時間がかかるという問題がある。

これまでに構築されてきた基幹情報システムから発生する膨大な情報を用いて、このアプローチを行い、的確に処理することが求められる場合に、これをどのように支援するかが問題である。

企画・分析情報システムに対するニーズは、スケジューリングの問題の外にも、種々の問題が幅広く存在する。これらの企画・分析業務を支援するためには、専門家のロジックをシミュレーションすることが1つの課題であるが、その際の重要なロジックの1つが制約条件である。この問題をAI(人工知能)の分野で『計画型』、『設計型』等の形で分類して、対応する考え方を導入している。

第2図は従来のエキスパート・システムの機能ブロック図であり、第3図は第2図における知識ベースの構成例を示す図であり、第4図は第3図

の知識ベース内のスケジューリングルールにより割り付けられたスケジューリング表の図である。

第2図に示すように、エキスパートシステム1は、推論エンジン2と、知識ベース3と、エンドユーザインターフェイス4とからなる。

第3図に示すように、知識ベース3には、スケジューリング・データエリア351と、スケジューリング・ルールエリア352と、スケジューリング表エリア353とが割り付けられている。

スケジューリング表を作成する場合、推論エンジン2は知識ベース3内のスケジューリングルールに従って、スケジューリング表に割り付けていく。

スケジューリング表は、第4図に示すように、日付欄300と、装置欄301とに分けられる。

各装置毎に、何日目にどの仕事を行うかという割り付けが表で行われる。スケジューリングデータ(A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, 等)は、この表の空欄に、その仕事量を表わす面積で表示される。例えば、この表で、同一装置欄では、スケジューリングデータA<sub>1</sub>に連

続してスケジューリングデータBは割り当てられないというルールがある場合、スケジューリングデータBを割り当てる装置が他にないときには、そのスケジューリングデータは割り付け不能という形で格納されていた。そして、割り付け可能か否かは別として、全てのデータについてスケジューリング処理が終了した後に、専門家がその経験に基づきスケジューリング処理していた。なお、従来例については、例えば、『設計効率化の切り札』(日経コンピュータ1989.2.27号、pp.74~89)に記載されている。

〔発明が解決しようとする課題〕

従来より、『計画型』、『設計型』のエキスパートシステムが提案されているが、制約条件については、次の2つの方式が考えられている。

(イ) 制約条件に重み付けを行い、一定の重み以上の制約だけで解を求め、解がないときには、その基準となる重みを変更して制約条件を選択する方式。

(ロ) 制約条件の緩和は、全て専門家にまかせて、

計画作成を行い、スケジューリングが終了した後に、スケジュールできないデータが残ったときに、専門家がこれらを緩和する制約条件を決めて最終的な解を求める方式。

しかしながら、上記(イ)(ロ)の方式のいずれも、専門家が実際に行っている柔軟な制約緩和とは異なっており、専門家による修正量が多くなって、支援効果が少なくなるという問題があった。

本発明の目的は、これら従来課題を解決し、専門家による効果的支援を受けることにより、利用者の計画作成の労力を削減でき、かつ短時間で計画作成することができる知的計画支援システムを提供することにある。

〔課題を解決するための手段〕

上記目的を達成するため、本発明の知的計画支援システムは、(i)蓄積装置内のルールを用いて、割り付けデータをスケジューリング表に割り当てていき、割り付け不能なデータが発生した場合には、他に制御を渡して待機するスケジューリングロジックと、割り付け不能なデータが発生した場

合に、通信回路を介して既作成のスケジューリング表と割り付け不能データをスケジューリングロジックから受け取り、これらを格納するワークメモリと、スケジューリングロジックから起動されることにより、ワークメモリの内容を読み込み、緩和すべき制約条件を決定して、該当該時点で緩和すれば処理条件を満たすことが可能な複数の制約条件を検出し、制約条件を緩和した結果のスケジュールを求めて、これをワークメモリに格納し、スケジューリングロジックに通知する制約緩和システムとを設けたことに特徴がある。また、(ii)制約緩和システムは、該当該時点で緩和すれば処理条件を満たすことができる複数の緩和代替案を検出する緩和可能条件選択システムと、各緩和代替案毎に、制約条件を緩和したときに結果として緩和せざるを得ない制約条件を決定する因果関係決定システムと、各緩和代替案に関してプライオリティを決定するプライオリティ決定システムと、制約条件を緩和した結果のスケジュールを求め、割り付けが可能であることを確認する緩和状態確

認システムと、利用者が各システムのルールおよびパラメータを環境変化に対応して修正するためのインターフェイスとを具備することにも特徴がある。また、(iii)プライオリティ決定システムは、緩和すれば処理条件を満たすことができる複数の制約条件毎に、処理条件と過去の制約緩和履歴に基づいたプライオリティを設定することにも特徴がある。また、(iv)制約緩和システムは、内蔵する各システムの処理を並列的に実行することにも特徴がある。また、(v)制約緩和システムは、最もプライオリティが低い制約条件を緩和するのではなく、最も早く検出された実行可能解を出力することにも特徴がある。また、(vi)制約緩和システムないし上記緩和条件決定システムが緩和条件を決定している間に、スケジューリングロジックは割り当て不能なデータを割り当てない場合のスケジューリングを計算しておくことにも特徴がある。また、(vii)スケジューリングロジックおよび蓄積装置を含むスケジューリングシステムと、制約緩和システムとは、同時に起動可能な状態にし

ておくことにも特徴がある。また、(viii)スケジューリングロジックおよび蓄積装置を含むスケジューリングシステムと制約緩和システムの両方の知識を、同期して動的に変更することができる状態にしておくことにも特徴がある。また、(ix)蓄積装置および制約緩和システムに対して、同一対象に関する複数の異なった知識のうち、あるものを上記蓄積装置に、残りを制約緩和システムに、それぞれ入力することにも特徴がある。また、(x)制約緩和システムは、制約緩和処理に関する部門別の知識を格納しておき、対象となる制約条件別に部門知識を選択して緩和処理の方式を決定し、対象となる制約条件が2以上の部門にまたがる場合には、統合知識により妥協点を探ることにも特徴がある。また、(xi)制約緩和システムでは、緩和可能な制約条件を利用者がスケジューリングの過程で入力し、また利用者がスケジューリングの途中で介入して緩和の仕方を修正することにも特徴がある。また、(xii)制約緩和システムでは、各制約緩和処理時点のスケジュール関連データを保

存しておくファイルを具備することにも特徴がある。また、(xiii)スケジューリングロジックおよび蓄積装置を含むスケジューリングシステムでは、利用者と該スケジューリングシステム間の情報交換を行うために、交換情報の間に関連を付けて蓄積するとともに、利用者の特性データを関連付けて表示するようにし、かつ情報交換を分析して、情報交換が順調でない場合には、人間の専門家を介入させることにも特徴がある。また、(xiv)スケジューリングシステムでは、スケジューリングの途中で利用者が処理に介入できるスケジューリング履歴蓄積システムと、交換情報の間に関連を付けて蓄積できる操作情報選択表示システムおよび表示用端末とを、それぞれ追加することにも特徴がある。(xv)スケジューリングシステムでは、利用者とスケジューリングシステム間の交換情報および顧客データベースに蓄積された顧客情報から、顧客の介入重要度(緊急度)を判断することにも特徴がある。さらに、(xvi)制約緩和システムないし上記プライオリティ決定システムは、過去

の緩和履歴を考慮した多属性効用関数を用いて、プライオリティを決定することにも特徴がある。

#### (作 用)

本発明においては、スケジューリングシステムで、割り付け不能なデータが発生した場合には、制御ルールにより、緩和条件決定システムを起動する。この緩和条件決定システムは、緩和可能条件選択システム、因果関係決定システム、プライオリティ決定システム、緩和状態確認システム、利用インターフェイス等を駆動して、緩和すべき制約条件を決定する。このうち、緩和可能条件選択システムは、該当該時点で緩和すれば処理条件を満たすことができる複数の制約条件(緩和代替案)を検出する。また、因果関係決定システムは、上記各緩和代替案毎に、その制約条件を緩和したときに、結果として緩和せざるを得ない制約条件を決定する。プライオリティ決定システムは、緩和代替案に関して、そのプライオリティを決定する。緩和状態確認システムは、制約条件を緩和した結果をスケジュールを求めて、割り付けが可能であ

ることを確認する。さらに、利用者インタフェースは、エキスパートシステム利用者が、エキスパートシステムのルール、パラメータを環境変化に対応して修正するとともに、制約緩和の仕方に関する場合には、それに介入する。ワークメモリは、スケジューリングシステムと緩和可能条件選択システムで行われるデータ交換を仲介する。また、追跡メモリは、緩和条件決定システム稼働中に、稼働以前の状態データを保有する。また、切替え装置は、切替え判断システムからの信号により、利用者からの情報入力を専門家用ワークステーションに送るように通信路を切り替える。また、追跡メモリは、利用者とスケジューリングシステムの間での情報交換を蓄積する。切替え判断システムは、追跡メモリをモニタし、利用者とスケジューリングシステムの間での情報交換が順調でない場合、計画に人間の専門家を介入させるべきか否かを決定する。さらに、追跡メモリに蓄積された計画作成情報と顧客データベースに蓄積された顧客情報から、その顧客の介入重要度(緊急度)

る。

第1図において、1はスケジューリング・エキスパートシステム、6はワークメモリ、5は制約緩和エキスパートシステムである。スケジューリング・エキスパートシステム1は、従来と同じように、エンドユーザインタフェース4と、推論エンジン2と、知識ベース8とからなる。ただし、知識ベース8は従来の内容と異なり、第5図に示すように、スケジューリング・データエリア351、スケジューリング・ルールエリア352、スケジューリング表エリア353の他に、制御エリア354が格納される。

推論エンジン2は、スケジューリング処理を行う際に、割り付け不能なデータが発生した場合、知識ベース8の制御エリア354内のルールを用いて、既作成のスケジューリング表と割り付け不能データをワークメモリ6に格納し、制約緩和エキスパートシステム5に信号を送って、割り付けを求める。ここで、推論エンジン2は、実際にスケジューリングを実行するためのスケジューリ

ングを判断して、操作情報選択表示システムに伝達する。また、操作情報選択表示システムは、専門家用ワークステーションに利用者とスケジューリングシステムの間での過去の情報交換内容ならびに利用者の特性データを提供する。専門家用ワークステーションは、専門家が利用者とスケジューリングシステムの間での過去の情報交換内容をチェックするとともに、利用者からの入力情報をリアルタイムで得て、利用者の計画作成に関するアドバイスを入力する。利用者データベースは、利用者の特性データを格納する。さらに、知識関連データベースは、スケジューリングシステムの知識と緩和条件決定システム知識の間で関連するものの間のポイントを格納する。

#### 【実施例】

以下、本発明の実施例を、図面により詳細に説明する。

第1図は、本発明の一実施例を示す知的計画支援システムの全体ブロック図であり、第5図は、第1図における知識ベースの構成例を示す図であ

る。第1図は、本発明の一実施例を示す知的計画支援システムの全体ブロック図であり、第5図は、第1図における知識ベースの構成例を示す図である。第1図は、本発明の一実施例を示す知的計画支援システムの全体ブロック図であり、第5図は、第1図における知識ベースの構成例を示す図である。第1図は、本発明の一実施例を示す知的計画支援システムの全体ブロック図であり、第5図は、第1図における知識ベースの構成例を示す図である。

第1図は、本発明の一実施例を示す知的計画支援システムの全体ブロック図であり、第5図は、第1図における知識ベースの構成例を示す図である。第1図は、本発明の一実施例を示す知的計画支援システムの全体ブロック図であり、第5図は、第1図における知識ベースの構成例を示す図である。第1図は、本発明の一実施例を示す知的計画支援システムの全体ブロック図であり、第5図は、第1図における知識ベースの構成例を示す図である。

第1図は、本発明の一実施例を示す知的計画支援システムの全体ブロック図であり、第5図は、第1図における知識ベースの構成例を示す図である。第1図は、本発明の一実施例を示す知的計画支援システムの全体ブロック図であり、第5図は、第1図における知識ベースの構成例を示す図である。第1図は、本発明の一実施例を示す知的計画支援システムの全体ブロック図であり、第5図は、第1図における知識ベースの構成例を示す図である。

シグエキスパートシステム1に、残りは制約緩和エキスパートシステム5に、それぞれ入力することができる。また、制約緩和エキスパートシステム5には、制約緩和処理に関する部門別の知識を格納しておき、対象となる制約条件別に部門知識を選択して緩和処理の方式を決定し、対象となる制約条件が2つの部門にまたがる場合には、統合知識により妥協点を導く。また、緩和可能な制約条件を、スケジューリングの過程で、利用者が入力してもよい。また、スケジューリングの途中で、利用者が処理に介入して緩和の仕方を修正することも可能である。また、利用者とスケジューリングシステム間の情報交換は、エンドユーザインターフェイス4で行われるが、交換情報の間の関連を付けて蓄積される。

第6図は、第1図における制約緩和エキスパートシステムの構成例を示す図である。

第6図において、5は制約緩和エキスパートシステム、100は緩和条件決定エキスパートシステム、110は緩和可能条件選択エキスパートシ

ステム、120は因果関係決定エキスパートシステム、130はプライオリティ決定エキスパートシステム、140は緩和状態確認エキスパートシステム、150は共用データベース、160はパラメータ修正インターフェイスである。

制約緩和エキスパートシステム5の各エキスパートシステム100～140はそれぞれ各処理を並列的に処理する。ただし、前の処理が終了しなければ開始できないときには、それを待って開始する。

利用者は、エンドユーザ・インターフェイス4からスケジューリング項目を入力すると、スケジューリングシステムは、入力された情報を基に計画を作成して利用者に出力する。

スケジューリングシステムは、スケジューリング処理を行う場合に、スケジューリングルールを利用して割り付けデータを、知識ベース8内のスケジューリング表に割り当てていく。スケジューリングシステムは、割り付け不能なデータが発生した場合、既作成のスケジューリング表と割り付

け不能データとをワークメモリ6に格納し、同時に制約緩和エキスパートシステム5に信号を送って、緩和条件決定エキスパートシステム100を起動し、割り付け不能データの割り付けを求める。

制約緩和エキスパートシステム5では、緩和条件決定エキスパートシステム100がワークメモリ6の内容を共用メモリ150に格納すると同時に、緩和可能条件選択エキスパートシステム110を起動する。緩和可能条件選択エキスパートシステム110は、代替処理選択ルールと代替処理知識により、現在処理不能となっているデータを処理すべき工程の代替工程、あるいは代替運用方法を選択し、これを共用メモリ150に記入する。

次に、緩和条件決定エキスパートシステム100は、因果関係決定システム120を起動する。因果関係決定エキスパートシステム120は、各緩和代替案毎に、その制約条件を緩和したときに結果として緩和せざるを得ない制約条件を、因果関係決定選択ルールと、因果関係知識を用いて検索する。

次に、緩和条件決定エキスパートシステム100は、プライオリティ決定システム130を起動する。プライオリティ決定エキスパートシステム130は、評価戦略を反集した評価方程式に対して、各緩和代替案毎のプライオリティを決定する。処理終了と同時に、プライオリティ決定システムは、緩和条件決定エキスパートシステム100を起動する。

次に、緩和条件決定エキスパートシステム100は、緩和状態確認エキスパートシステム140を起動する。緩和状態確認エキスパートシステム140は、最もプライオリティが低い制約条件を緩和した結果、割り付けが可能であることを確認すると、割り付け結果と緩和する制約条件を共用メモリ150の割り付け表エリアと条件緩和履歴エリアに記述する。処理終了と同時に、緩和条件決定エキスパートシステム100は、共用メモリ150の内容をワークメモリ6に記述し、スケジューリングシステム1に終了信号を送る。

このような計画を作成する場合、当初の制約条

件を変更せざるを得ないときには、スケジューリングシステムは、制約条件を緩和した代替案を自動作成して、エンドユーザに改善の代替案を提供し、エンドユーザが最終的計画を決定するのを支援する。

ユーザは、システムが提供した代替案をエンドユーザインターフェイス4でモニタし、制約緩和の仕方が意図に反するときには、介入して意図通りの割り付けをエンドユーザインターフェイス4から入力する。

また、スケジューリングシステム1あるいは緩和条件決定エキスパートシステム100の知識を修正する場合、エンドユーザインターフェイス4から該当する知識ベース8と知識関連データベースを呼び出し、当該知識とその関連知識をエンドユーザインターフェイス4を通じて修正する。

なお、パラメータ修正インターフェイス160は、エキスパートシステムの利用者が、エキスパートシステムのルール、パラメータを環境変化に対応して修正するためのインターフェイスである。

緩和可能条件選択エキスパートシステム110を起動する(ステップ702)。

緩和可能条件選択エキスパートシステム110は、代替処理選択ルールと代替処理知識により、現在処理不能となっているデータを処理すべき工程の代替工程、あるいは代替運用方法を選択し、これを共用メモリ150に記入する(ステップ703)。処理終了と同時に、緩和可能条件選択エキスパートシステム110は、緩和条件決定エキスパートシステム100を起動する。

次に、緩和条件決定エキスパートシステム100は、因果関係決定エキスパートシステム120を起動する。因果関係決定エキスパートシステム120は、各緩和代替案毎に、その制約条件を緩和したときに結果として緩和せざるを得ない制約条件を、因果関係決定選択ルールと、因果関係知識を用いて検索する(ステップ704)。処理終了と同時に、因果関係決定エキスパートシステム120は、緩和条件決定エキスパートシステム100を起動する。

このように、複数のエキスパートシステムを水平、あるいは垂直に結合して、それらの間でデータを交換する方式としては、例えば、多階層協調機能(日立製作所、E S / K E R N E L / W 解説、pp.283~303)がある。

第7図は、制約緩和エキスパートシステムの動作フローチャートである。

スケジューリング・エキスパートシステム1において、推論エンジン2は、スケジューリング知識ベース8内のルールを利用して、知識ベース8内の割り付けデータをスケジューリング表に割り当てていく。スケジューリング・エキスパートシステム1の推論エンジン2は、例えば推論過程で割り付け処理不能なデータが発生した場合、そのデータとその時点での割り付け処理結果を、ワークメモリ6に渡し、同時に緩和条件決定エキスパートシステム100を起動する(ステップ701)。制約緩和エキスパートシステム5では、緩和条件決定エキスパートシステム100がワークメモリ6の内容を共用メモリ150に格納すると同時に、

次に、緩和条件決定エキスパートシステム100は、プライオリティ決定エキスパートシステム130を起動する。プライオリティ決定エキスパートシステム130は、評価戦略を反映した評価方程式に対して、各緩和代替案毎のパラメータ値を代入することにより、各緩和代替案のプライオリティを決定する(ステップ705)。処理終了と同時に、プライオリティ決定エキスパートシステム130は、緩和条件決定エキスパートシステム100を起動する。

次に、緩和条件決定エキスパートシステム100は、緩和状態確認エキスパートシステム140を起動する。緩和状態確認エキスパートシステム140は、実行可能な緩和代替案のうち最もプライオリティの低い案について、割り付けが可能であることを確認すると、割り付け結果と緩和する制約条件を共用メモリ150に記述する(ステップ706)。処理終了と同時に、緩和状態確認エキスパートシステム140は、緩和条件決定エキスパートシステム100を起動する。



緩和条件決定エキスパートシステム100は、共用メモリ150の内容をワークメモリ6に格納する(ステップ707)。これにより、全ての処理は完了する。

本実施例においては、利用者は、割り付け不能なデータを残したスケジュールではなく、全てのデータが割り付けられたスケジュールを代替案として得ることが可能である。

第8図は、本発明の他の実施例を示す制約緩和エキスパートシステムの構成図である。

第8図では、第6図に比較すると明らかなように、タイマ190を除いて変更はない。機能的にも、緩和条件決定エキスパートシステム100以外の各エキスパートシステムの機能は第8図と全く同じである。緩和条件決定エキスパートシステム100は、ワークメモリ6の内容を共用メモリ150に格納すると同時に、タイマ190に一定時間をセットする。次に、緩和可能条件選択エキスパートシステム110を起動する。緩和可能条件選択エキスパートシステム110は、現在処理

パートシステム130は、共用メモリ150を読み出して、未処理の緩和代替案を選択し、評価戦略を反映した評価方程式に対して、緩和代替案のパラメータ値を代入することにより、該当する緩和代替案のプライオリティを決定する。処理終了と同時に、プライオリティ決定エキスパートシステム130は、これを共用メモリ150に記入すると同時に、緩和条件決定エキスパートシステム100に信号を送出する。

緩和条件決定エキスパートシステム100は、プライオリティ決定エキスパートシステム130から信号を受けると、その時点で最もプライオリティの高い緩和代替案について、その割り付け可能性がチェックされているかを確認し、確認されていない場合には、緩和状態確認エキスパートシステム140を起動する。

緩和状態確認エキスパートシステム140は、その時点で最もプライオリティの高い緩和代替案について制約条件緩和の結果、割り付けが可能であることを確認すると、割り付け可能でない場合

不能となっているデータを処理すべき工程の代替工程、あるいは代替運用方法を1つ選択する毎に、これを共用メモリ150に記入すると同時に、緩和条件決定エキスパートシステム100に信号を送出する。

緩和条件決定エキスパートシステム100は、緩和可能条件選択エキスパートシステム110から信号を受ける度に、因果関係決定エキスパートシステム120を起動する。因果関係決定エキスパートシステム120は、共用メモリ150を読み出して、未処理の緩和代替案を選択し、その制約条件を緩和したときに結果として緩和せざるを得ない制約条件を決定する。処理終了と同時に、これを共用メモリ150に記入すると同時に、緩和条件決定エキスパートシステム100に信号を送出する。

緩和条件決定エキスパートシステム100は、因果関係決定エキスパートシステム120から信号を受ける度にプライオリティ決定エキスパートシステム130を起動する。因果関係決定エキス

パートシステム130は、その緩和代替案を共用メモリ150の中の実行不能エリアに移す。処理終了と同時に、緩和状態確認エキスパートシステム140は、緩和条件決定エキスパートシステム100に信号を送出する。

タイマ190は、セットされた時刻が到来すると、緩和条件決定エキスパートシステム100に信号を送出する。緩和条件決定エキスパートシステム100は、この信号を受けると、共用メモリ150を読み出し、その時点で最もプライオリティの高い制約緩和代替案の割付表を共用メモリ150から読み出して、ワークメモリ6に格納し、スケジューリング・エキスパートシステム1に信号を送出して、割り付け続行を求める。

スケジューリング・エキスパートシステム1は、割付表をワークメモリ6から読み出して、知識ベース8に格納し、従来通りの割り付けを実行する。

この実施例においては、スケジューリングに要する時間を一定時間内に抑えることができ、かつ全てのデータを割り付けることが可能となる。ま

た、タイマにセットする時間をゼロにすることにより、最初に検出された実行可能解を解として選択することができる。

第8図は、本発明のさらに他の実施例を示すスケジューリング・エキスパートシステムの構成図である。

第9図においては、第1図に示すシステムに比較すると、推論エンジン2に退避メモリ8を接続した点を除いて他は変更されていない。ただ、知識ベース8の格納エリアが増加されている。

第10図は、第9図における知識ベースの実施例を示す構成図である。

第10図において、251はスケジューリング・データエリア、352はスケジューリング・ルールエリア、353はスケジューリング表エリア、354は制御エリア、355は比較エリア、356は割り付け不能エリアである。

スケジューリング・エキスパートシステム1における推論エンジン2は、スケジューリング処理を行う際に割り付け不能なデータが発生すると、

リア355を読み出し、その時の状態値と比較する。状態値が比較エリア355の比較値をオーバーしている場合には、知識ベース8の制御エリア354内のルールを用いて、既作成のスケジューリング表と割り付け中のデータをワークメモリ6に格納し、制約緩和エキスパートシステム5に信号を送出して、割り付けを求める。次に、前述と同じように、知識ベース8の内容を全て退避メモリ8に写し、それ以降は従来通りのスケジューリング処理を実行する。全てのデータの割り付けが終了した後、退避エリアの内容を知識ベース8に戻し、ワークメモリ6に緩和条件決定エキスパートシステム100が格納した割り付け表を読み出して、処理を続行する。これ以降の処理は、前述の実施例と同じである。

本実施例においては、複数の代替割り付け案が同時に、かつ従来と殆んど変わらない時間で得られるので、意思決定者が最終割り付けを決定することが容易となる。

また、本実施例では、割り付け不能時に割り付

知識ベース8の制御エリア354内のルールを用いて、既作成のスケジューリング表と割り付け不能データとをワークメモリ6に格納し、制約緩和エキスパートシステム5に信号を送出することにより、割り付けを求める。同時に、スケジューリング・エキスパートシステム1の推論エンジン2は、知識ベース8の内容を全て退避メモリ8に写し、それ以降は従来通りのスケジューリング処理を行う際に、割り付け不能なデータが発生した場合の処理を行う。つまり、割り付け不能データは、割り付け不能エリアに残して、残りのデータだけの割り付けを行う。全てのデータの割り付けが終了した後、退避エリアの内容を知識ベース8に戻し、ワークメモリ6に緩和条件決定エキスパートシステム100が格納した割り付け表を読み出し、処理を続行する。以降の処理は、前記第1図のシステムの場合と同じである。

また、スケジューリング・エキスパートシステム1における推論エンジン2は、スケジューリング処理を実行する際に、知識ベース8内の比較エ

リ不能データを除いた割り付けを最後まで行うように構成した。しかし、途中で中断して、制約緩和した場合の割り付けを実行するように構成することも可能である。例えば、ワークメモリ6に緩和条件決定エキスパートシステム100が割り付け表を格納した時点で、処理を中断するように構成することによって、緩和した場合の最終割り付け結果を迅速に出力することができる。

また、本実施例では、割り付け不能データが発生した場合にのみ、制約緩和するように構成しているが、知識ベース8に記述された制約条件以外の条件が満たされないときには、必ず制約緩和するように構成することも可能である。

また、スケジューリング・エキスパートシステム1の知識ベース8と、制約緩和エキスパートシステム5の知識ベースに異なった部署の知識を入れるように構成することも可能である。このようにすれば、スケジューリング・エキスパートシステム1と緩和条件決定エキスパートシステム5の保守担当部署を変えることが可能となる。

第11図は、本発明のさらに他の実施例を示すスケジューリング・エキスパートシステムの構成図である。

第11図では、第9図に示した前述の実施例と比べると、スケジューリング・エキスパートシステム1の構成が少し異なっている。すなわち、保存メモリ(退避メモリ)9が推論エンジン2とエンドユーザインターフェイス4の両方に接続されている。エンドユーザインターフェイス4内には、修正コントローラ10、モニタ11、入力装置12、知識関連データベース15、知識メニューメモリ16および停止ボタン13が内蔵されており、修正コントローラ10が保存メモリ9に接続されている。

スケジューリング・エキスパートシステム1の中の推論エンジン2は、スケジューリング処理を行う際に割り付け不能なデータが発生した場合、知識ベース8の制約エリア354内のルールを用いて、既作成のスケジューリング表と割り付け不能データをワークメモリ6に格納し、制約緩和エ

きる。

停止ボタン13が押されると、修正コントローラ10は、推論エンジン2をホールド状態にして、次に入力装置12から入力されるインデックス番号に該当する知識ベースの内容を保存メモリ9から読み出して、知識ベース8に格納する。次に、入力装置12からの割り付け不能データの割り付け指示、または知識ベース8内の割り付けルール修正指示を受けて、修正コントローラ10は該当する処理を行う。最後に、入力装置12から修正終了指示が入力されると、修正コントローラ10は推論エンジン2を再起動させる。

入力装置12から、知識修正コマンドが入力されると、修正コントローラ10は知識メニューメモリ16を読み出して、知識ベースの種類と内容リストのメニューをモニタ11に表示する。同時に、修正コントローラ10は、知識関連データベース15を読み出し、表示中の知識と関連する知識を表示する。ある知識を修正する場合、修正コントローラ10は、自動的に関連知識を読み出し

キスパートシステム5に信号を送出して、割り付けを求める。同時に、スケジューリング・エキスパートシステム1の中の推論エンジン2は、知識ベース8の内容を全て保存メモリ9に写し、インデックスを発生順に付与する。スケジューリング・エキスパートシステム1は、制約緩和エキスパートシステム5における処理が終了すると、割り付け表をワークメモリ6から読み出し、割り付け不能であったデータに、先に保存メモリ9に格納したときと同じインデックスを付与して知識ベース8に格納し、従来通りの割り付けを実行する。

スケジューリング・エキスパートシステム1の中の推論エンジン2は、スケジューリング処理を行う際に、常に最新の割り付け表をエンドユーザインターフェイス4に表示する。利用者は、このエンドユーザインターフェイス4を見て、割り付け状況をモニタする。利用者は、制約緩和の結果が不満の場合、エンドユーザインターフェイス4にある停止ボタン13を押下するとともに、割り付け表のデータに付加されたインデックスを入力

て表示する。知識が修正された場合、修正コントローラ10は読み出した元の知識を修正する。

本実施例においては、専門家が自分の意図しない制約緩和を何時でも取り消して、自分の意図する割り付けを行うことが可能である。また、本実施例では、割り付け不能時点で、知識ベースの修正を行うように構成しているが、任意の時点で停止ボタン13により知識ベースの修正が可能のように構成することも可能である。

第12図、第13図、第14図、第15図、第16図、および第17図は、それぞれ本発明における制約緩和エキスパートシステムの各エキスパートシステムと共用メモリの構成図である。

第12図は、第6図または第8図における共用メモリの内容フォーマット図である。

共用メモリ150は、4つのエリア、つまり制約エリア151、割り付け処理エリア152、緩和履歴エリア153、および代替処理エリア154から構成される。さらに、代替処理エリア154は、代替処理欄1541、関連制約欄1542、

プライオリティ欄1543、および割り付け結果欄1544の4つの項目からなる。

第13図は、緩和条件決定エキスパートシステムのブロック図である。

緩和条件決定エキスパートシステム100は、スケジューリングエキスパートシステム1により起動される。スケジューリング・エキスパートシステム1からの起動信号を受けると、緩和条件決定推論エンジン103は、緩和処理知識ベース102のルールに基づきワークメモリ6の内容を共用メモリ150に格納すると同時に、共用メモリ150の制御エリア151を初期化し、各エキスパートシステムを駆動することにより、緩和すべき制約条件を決定して、これをワークメモリ6に格納し、推論エンジン2に信号を送出する。その場合、共用メモリ150の制御エリア151に駆動中のエキスパートシステム表示ビットを立てる。次に、駆動するエキスパートシステムを緩和処理知識ベース102から選択すると、先に立てたビットを消去して、新たなビットを立てる。緩和状

ア115のルールにより、現在処理不能となっているデータを処理すべき工程の代替工程、または代替運用方法を選択し、これを共用メモリ150の代替処理エリア154の代替処理欄1541に記入する。エキスパートシステム利用者は、この代替工程・運用方法が特定の条件しか利用したくないときには、エンドユーザインターフェイス4を通じて、削除エリアにその削除ルールまたは条件を書き込むことにより、細かな条件を設定する。処理終了と同時に、緩和条件決定エキスパートシステム100を起動する。

第15図は、因果関係決定エキスパートシステムのブロック図である。

因果関係決定エキスパートシステム120は、因果関係選択ルールベース121、因果関係知識ベース122、および因果関係決定推論エンジン123を具備している。

因果関係決定エキスパートシステム120は、共用メモリ150の代替処理エリア154の代替処理欄1541に記入された各代替処理毎に、そ

の推論エキスパートシステム140の処理が終了すると、共用メモリ150の割り付け処理エリア152を読み出し、これをワークメモリ6に格納する。

第14図は、緩和可能条件選択エキスパートシステムのブロック図である。

緩和可能条件選択エキスパートシステム110は、代替処理選択ルールベース111、代替処理知識ベース112、緩和可能条件選択推論エンジン113から構成される。代替処理選択ルールベース111は、選択ルールエリア115と削除ルールエリア116からなる。

緩和可能条件選択エキスパートシステム110は、該当時点で緩和すれば処理条件を満たすことができる制約条件を検出するエキスパートシステムである。緩和可能条件選択エキスパートシステム110においては、緩和可能条件選択推論エンジン113が代替処理知識を代替処理知識ベース112から読み出し、これを削除ルールエリア116のルールにより修正し、次に選択ルールエリ

アの制約条件を緩和したときに結果として緩和せざるを得ない制約条件を決定して、共用メモリ150の代替処理エリア154の関連制約欄1542に格納する。因果関係決定選択推論エンジン123は、因果関係決定選択ルールベース121から読み出すとともに、因果関係知識を因果関係知識ベース122から読み出し、これらを用いて該当する制約条件を検索する。その場合、複数の制約の間で代替的関連があるときも有り得る。そのような場合には、因果関係決定選択推論エンジン123は、因果関係決定選択ルールによりいずれを選択するかを因果関係知識の内容から決定する。処理終了と同時に、因果関係決定選択推論エンジン123は、緩和条件決定エキスパートシステム100を起動する。

第16図は、プライオリティ決定エキスパートシステムのブロック図である。

プライオリティ決定エキスパートシステム130は、プライオリティ決定ルールベース131、制約条件別重みベクトルベース132、制約条件

別効用関数格納メモリ133、およびプライオリティ決定推論エンジン134を具備している。

プライオリティ決定エキスパートシステム130は、共用メモリ150の代替処理エリア154の代替処理欄1541に記入された各代替処理を読み出し、緩和代替案毎にその重要度を決定する。プライオリティ決定は、先ず各制約条件の緩和に関する効用値を制約条件別効用関数格納メモリ133に格納された多属性効用関数を用いて計算し、次にある制約条件を緩和する際に同時に緩和する必要がある全ての制約条件に関して、この効用値を制約条件別重みベクトルベース132に格納された重み付けをして合計することにより得られる。各制約条件緩和の効用関数は、制約緩和履歴と効用値という形で格納されている。

第17図は、制約条件の効用値の一例を示す特性図である。

横軸に残業の回数/週を、縦軸に効用値をとると、それらの制約条件の効用値の曲線は、第17図に示す実線となる。

状態を確認するためのルールベース141と知識ベース142とその知識を選択するルール144とを参照しながら所定の処理を行う。

緩和状態確認エキスパートシステム140は、制約条件緩和の結果、共用メモリ150の代替処理エリア154の割り付け結果欄1544とプライオリティ欄1543を読み出し、割り付け確認処理未済かつプライオリティの最も低い代替処理を抽出し、その代替処理の割り付けが可能であることを確認する。緩和状態確認エキスパートシステム140は、確認が済むと、共用メモリ150の代替処理エリア154の割り付け結果欄1544に割り付け可能の記述を行うと同時に、共用メモリ150の条件緩和履歴エリア153に各制約条件の緩和履歴を記述する。その代替処理の割り付けが可能でない場合には、共用メモリ150の代替処理エリア154の割り付け結果欄1544の該当代替処理に割り付け不能ビットを立て、共用メモリ150の代替処理エリア154の割り付け結果欄1544とプライオリティ欄1543

制約条件(残業時間2hr)の効用値は、初めて残業制約が緩和された場合には0.2であるが、その週で過去に4回2hr残業している場合(つまり、5回目)には、0.5となる。

処理時間の終了と同時に、プライオリティ決定推論エンジン134は、共用メモリ150の代替処理エリア154のプライオリティ欄1543にプライオリティを記入して、緩和条件決定エキスパートシステム100を起動する。

本実施例においては、各制約条件の効用値の合計で制約条件のプライオリティを決定するように構成したが、各制約条件効用値の積、あるいは重み付き和で決定するように構成することもできる。

第18図は、緩和状態確認エキスパートシステムのブロック図である。

緩和状態確認エキスパートシステム140には、緩和状態確認ルールベース141、緩和状態確認知識ベース142、緩和状態確認推論エンジン143、および知識選択ルール144が内蔵されている。緩和状態確認推論エンジン143は、緩和

を読み出して、次にプライオリティの低い代替処理を探す。

処理終了と同時に、緩和状態確認エキスパートシステム140は、緩和条件決定エキスパートシステム100を起動する。

本実施例においては、スケジューリングのための知識を、スケジューリング・エキスパートシステム1と制約緩和エキスパートシステム5で別に保有するように構成したが、これら2つのエキスパートシステムで共有するように構成しても差し支えない。

以下、乗車券発売自動装置を一例として、本発明の実施例を、従来と比較して説明する。

第19図は従来の乗車券発売自動システムのブロック図、第20図は本発明の一実施例を示す乗車券発売自動システムのブロック図である。

第19図において、2000は乗車券予約システム、2101は入力端末、2102は結果表示装置、2103は通信制御装置、2104は通信路である。

例えば、旅行社の窓口であって、そこにエンドユーザが旅行の計画を立てて行くものと仮定する。

窓口の係員がその条件に適合した乗車券を選定し、エンドユーザの了承を得てから、その乗車券に空きがあるか否かを入力端末2101を通じて乗車券予約システム2000に問合せる。乗車券予約システム2000は、自システム内のデータベースを検索して、空きがあるか否かを確認する。検索結果は、結果表示装置2102に転送されて、表示される。空きがあれば、その乗車券を予約し、なければ再びエンドユーザと相談して代替案を決定し検索する。この操作が、予約の終了するまで繰り返して行われる。

従来のシステムでは、旅行社側で人手がかかっており、その結果、旅行社がオープンしている時間帯しか利用できず、また旅行社が混雑している場合にはエンドユーザ側は待機する必要がある等の問題があった。

これに対して、近年、乗車券の自動販売機が普及しているが、従来の自動販売機では、旅行計画

を全てエンドユーザ側が立てなければならないという問題がある。その結果、従来の自動販売機では、全て普通(自由席)乗車券に限定されていた。

第20図は、本発明の乗車券販売自動システムのブロック図である。

第20図において、1100は乗車券内容決定エキスパートシステム、1200はエンドユーザインターフェイス、1300は切り替え判断エキスパートシステム、1500は操作情報選択表示エキスパートシステム、1050は通信回路、1210は通信制御装置、1051は切り替え装置、1311はワークメモリ、1055は専門家ワークステーション、1056は専門家ワークステーションのメモリ、1450は顧客データベースである。

乗車券内容決定エキスパートシステム1100は、エンドユーザがエンドユーザインターフェイス1200から、旅行計画の希望する項目(例えば、出発時刻、目的地等)を入力した時点で起動される。

エンドユーザがエンドユーザインターフェイス1200から旅行計画の希望項目を入力すると、乗車券内容決定エキスパートシステム1100は、入力された情報を基に旅行計画を作成してエンドユーザに出力する。その際に、同時に旅行計画の中で利用する乗り物の指定乗車券を予約する。旅行計画を作成する際に、エンドユーザとしては、当初の希望する出発時間や希望する列車が満席で利用できず、止むを得ず条件を変更せざるを得ないときが生じる。その場合、乗車券内容決定エキスパートシステム1100は、このような制約条件を緩和した代替案を自動作成して、エンドユーザに代替の代替案を提供し、エンドユーザが最終的旅行計画を決定する場合の支援を行う。エンドユーザと乗車券内容決定エキスパートシステム1100の間での情報交換は、全てワークメモリ1311に蓄積される。

切り替え判断エキスパートシステム1300は、常にワークメモリ1311をモニタし、エンドユーザと乗車券内容決定エキスパートシステム11

00の間の情報交換が順調でない場合、例えば、同じ質問が繰り返されたり、一定の時間が経過しても最終的旅行計画が作成されない場合には、ワークメモリ1311に蓄積された旅行計画作成情報と顧客データベース1450に蓄積された顧客情報から、その旅行計画に人間の専門家を介入させるべきか否かを決定する。さらに、その顧客の介入重要度(緊急度)を判断して、通信制御装置1210および通信回路1050を経由して操作情報選択表示エキスパートシステム1500に伝達する。

操作情報選択表示エキスパートシステム1500は、現在の専門家の状態を専門家のワークステーション1055に確認する。専門家が『操作中』であれば、専門家のワークステーション1055のメモリ1056に操作対象であるワークメモリ1311と介入重要度(緊急度)を記入する。専門家が『空き』状態であれば、ワークメモリ1311を呼び出して、旅行計画作成過程を専門家に表示する。同時に、現在のエンドユーザと乗車券内

客決定エキスパートシステム1100の間での情報交換が全て専門家のワークステーション上に表示されるように、通信回路1050の切り替え装置1051を切り替える。専門家は、現時点およびそれ以前のエンドユーザと乗車券内容決定エキスパートシステム1100の間における情報交換内容を見て、エンドユーザに希望を確認し、乗車券内容決定エキスパートシステム1100を用いて最終的旅行計画を作成し、これをエンドユーザに示す。

第21図は、第20図における切り替え判断エキスパートシステムのブロック図である。

第21図において、1321は切り替えメモリ、1322はモニタ、1323はタイマ、1324は切り替え知識ベース、1325は切り替え推論エンジン、1326は入力装置、1327は監視メモリである。

第22図は、第21図における切り替え知識ベースの内容フォーマット図である。

第22図において、1333は切り替えルール

に、ワークメモリ1311から読み出した旅行計画作成情報と監視メモリ1327に格納された過去の情報から、監視指標の値をタイマの信号を受けて一定時間毎に計算し、同時に切り替え知識ベース1324に格納する(ステップ2304)。監視指標の一例としては、エンドユーザが最初に入力してから経過した時間、エンドユーザの入力時間間隔、エンドユーザの入力回数がある。

切り替え推論エンジン1325は、これらの指標の値と切り替えルールベース1324内のルールで処理する。つまり、各顧客毎に決められた基準指標値を現在の指標値が超える場合には、専門家の介入が必要と判断し、顧客毎に決められた介入重要度を操作情報選択表示エキスパート1500に送出する(ステップ2305)。

本実施例においては、切り替え判断エキスパートシステム1300は、乗車券内容決定エキスパートシステム1100が起動されると同時に、乗車券内容決定エキスパートシステム1100からの信号で起動されるように構成しているが、乗車

エリアであり、1331は監視指標エリアである。

第23図は、切り替え判断エキスパートシステムの動作フローチャートである。

切り替え判断エキスパートシステム1300は、乗車券内容決定エキスパートシステム1100が起動されると、同時に乗車券内容決定エキスパートシステム1100からの信号で起動される(ステップ2301)。切り替え推論エンジン1325は、起動された時点で、現時刻を監視メモリ1327に格納すると同時に、切り替え知識ベース1324の切り替えルールを読み出し、入力装置1326を起動して顧客情報データベース1450から該当顧客の情報を読み出し、切り替えメモリ1321に格納させる(ステップ2302)。

次に、切り替え推論エンジン1325は、モニタ1322に信号を送出して、ワークメモリ1311に蓄積された旅行計画作成情報を常時モニタさせる(ステップ2303)。モニタ1322は、ワークメモリ1311に蓄積された旅行計画作成情報を一旦監視メモリ1327に格納すると同時

に、乗車券内容決定エキスパートシステム1100と同じように、エンドユーザがエンドユーザがエンドユーザインターフェイス1200から旅行計画の希望する項目(出発時刻、目的地等)を入力した時点で起動されるようにもできる。また、切り替え装置1051において、エンドユーザがエンドユーザインターフェイス1200から信号が送出されてきた時、切り替え判断エキスパートシステム1300と乗車券内容決定エキスパートシステム1100を同時に起動するように構成することも可能である。

また、本実施例では、エンドユーザインターフェイス1200と専門家用ワークステーションとを通信路で結び、エンドユーザが遠隔地でも利用できるように構成しているが、これら2つを同一場所に配置することも可能である。

このように、本実施例においては、(イ)簡単な乗車券予約が人手を介さないで可能であるため、省人化が可能である。(ロ)複雑な予約操作が必要になった時には、自動的に専門家が介入できるの

で、利用者が困るような場合は考えられず、交通機関の公共性からくるサービス性を保証できる。  
 (ハ)顧客のレベルにより介入のタイミングを変更できるので、顧客の特性に適合させたサービスが可能となる。(ニ)専門家は、直接顧客と顔を合わせないで済むため、複数の顧客を1人の専門家が遠隔地から対応することができる。(ホ)専門家は、エキスパートシステムの支援を受けながらコンサルテーションすることができるので、迅速な対応が可能である。

#### 〔発明の効果〕

以上説明したように、本発明によれば、制約緩和の知識を事前に登録しており、当初の制約条件を変更せざるを得ない場合には、制約条件を緩和した代替案を自動作成し、利用者に代替の代替案を提供するので、利用者の計画作成労力を削減することができる。かつ短時間で計画を作成することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例を示す知的計画支援

15図は本発明における因果関係決定エキスパートシステムの構成図、第16図は本発明におけるプライオリティ決定エキスパートシステムの構成図、第17図は本発明における緩和状態確認エキスパートシステムの構成図、第18図は多属性効用関数の一例を示す特性図、第19図は従来の乗車券内容決定エキスパートシステムのブロック図、第20図は本発明の一実施例を示す乗車券内容決定エキスパートシステムのブロック図、第21図は第20図における切り替え判断エキスパートシステムの構成図、第22図は第20図における切り替え知識ベースの構成図、第23図は第20図における切り替え判断エキスパートシステムの動作フローチャートである。

1:スケジューリング・エキスパートシステム、2:推論エンジン、4:エンドユーザがエンドユーザインターフェイス、8:知識ベース、6:ワークメモリ、5:制約緩和エキスパートシステム、9:退避メモリ、保存メモリ、11:モニタ、12:入力装置、13:停止ボタン、15:知識デ

システムのブロック図、第2図は従来の知的計画支援システムのブロック図、第3図は第2図における知識ベースの記憶フォーマット図、第4図は第2図における知識ベースのスケジュールにより作成されるスケジューリング表の図、第5図は第1図における知識ベースの記憶フォーマット図、第6図は第1図における制約緩和エキスパートシステムの構成例を示す図、第7図は本発明の他の実施例を示す制約緩和エキスパートシステムの構成図、第8図は本発明のさらに他の実施例を示す制約緩和エキスパートシステムの構成図、第9図は本発明の第2の実施例を示す知的計画支援システムのブロック図、第10図は本発明の第3の実施例を示す知的計画支援システムのブロック図、第11図は本発明の第4の実施例を示す知的計画支援システムのブロック図、第12図は本発明における共用メモリの記憶フォーマット図、第13図は本発明における緩和条件決定エキスパートシステムの構成図、第14図は本発明における緩和可能条件選択エキスパートシステムの構成図、第

15図は本発明における因果関係決定エキスパートシステムの構成図、第16図は本発明におけるプライオリティ決定エキスパートシステムの構成図、第17図は本発明における緩和状態確認エキスパートシステムの構成図、第18図は多属性効用関数の一例を示す特性図、第19図は従来の乗車券内容決定エキスパートシステムのブロック図、第20図は本発明の一実施例を示す乗車券内容決定エキスパートシステムのブロック図、第21図は第20図における切り替え判断エキスパートシステムの構成図、第22図は第20図における切り替え知識ベースの構成図、第23図は第20図における切り替え判断エキスパートシステムの動作フローチャートである。

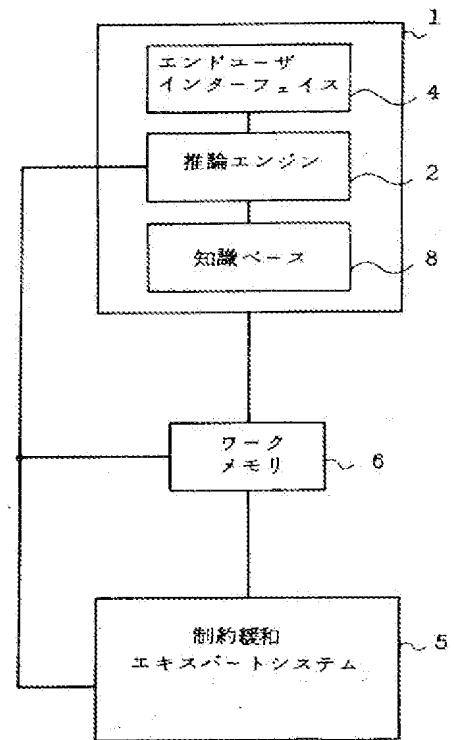
1:スケジューリング・エキスパートシステム、2:推論エンジン、4:エンドユーザがエンドユーザインターフェイス、8:知識ベース、6:ワークメモリ、5:制約緩和エキスパートシステム、9:退避メモリ、保存メモリ、11:モニタ、12:入力装置、13:停止ボタン、15:知識データベース、16:知識メニューメモリ、100:緩和条件決定エキスパートシステム、110:緩和可能条件選択エキスパートシステム、120:因果関係決定エキスパートシステム、130:プライオリティ決定エキスパートシステム、140:緩和状態確認エキスパートシステム、150:共用メモリ、160:パラメータ修正インターフェイス、190:タイマ、101:ルールベース、102:緩和処理知識ベース、103:緩和条件決定推論エンジン、111:代替処理選択ルールベース、112:代替処理知識ベース、113:緩和可能条件選択推論エンジン、115:選択ルールエリア、116:削除ルールエリア、121:因果関係選択ルールベース、122:因果関係知識ベース、123:因果関係決定推論エンジン、131:プライオリティ決定ルールベース、132:制約条件別重みベクトルベース、133:制約条件別効用関数格納メモリ、134:プライオリティ決定推論エンジン、140:緩和状態確認エキスパートシステム、141:緩和状態確認ル



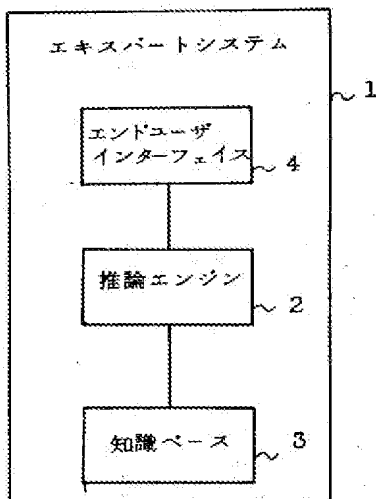
ールベース、142:緩和状態確認知識ベース、  
143:緩和状態確認推論エンジン、144:知  
識選択ルール、1100:乗車券内容決定エキス  
パートシステム、1300:切り替え判断エキス  
パートシステム、1500:操作情報選択表示エ  
キスパート、1055:専門家ワークステーショ  
ン、1311:ワークメモリ、1450:顧客情  
報データベース、1056:ワークステーション  
のメモリ、1325:切り替え推論エンジン、1  
324:切り替え知識ベース、1321:切り替  
えメモリ、1326:入力装置。

代理人 弁理士 磯村 雅 彦

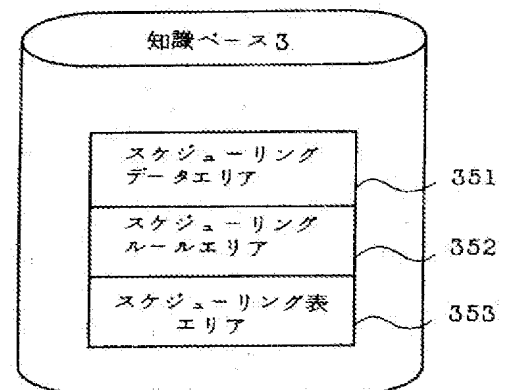
第 1 図



第 2 図



第 3 図

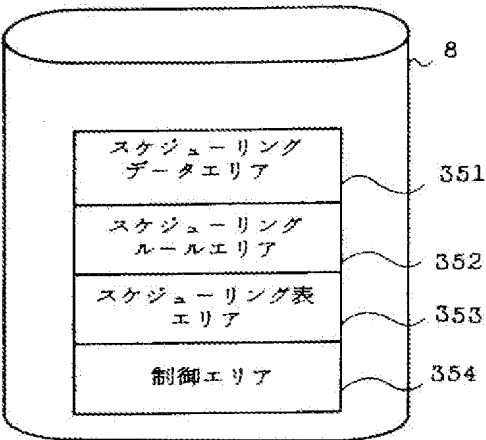


第 4 図

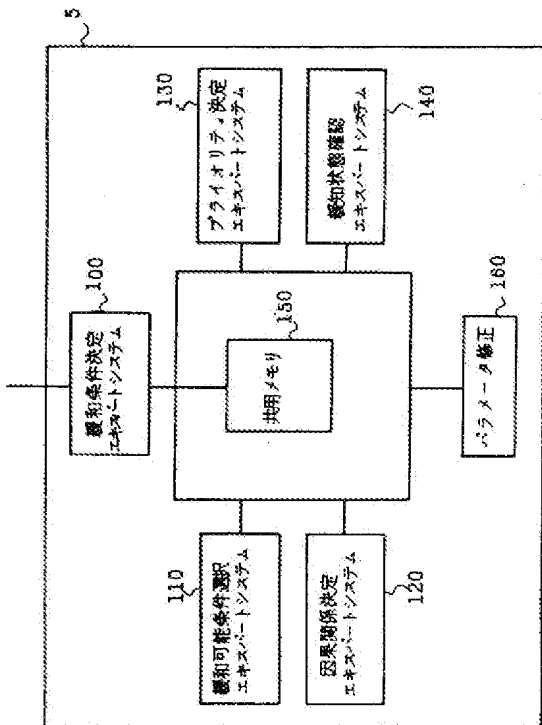
	1 日 目	2 日 目	3 日 目	4 日 目
装置 1 (24hr 運転)	<div>B<sub>8</sub></div> <div>A<sub>1</sub></div>			
装置 2 (24hr 運転)	<div>B<sub>1</sub></div>	<div>A<sub>8</sub></div>		
装置 3 (16hr 運転)	<div>C<sub>1</sub></div>	<div>A<sub>1</sub></div>		
装置 4 (16hr 運転)	<div>B<sub>1</sub></div>	<div>A<sub>1</sub></div>		

301

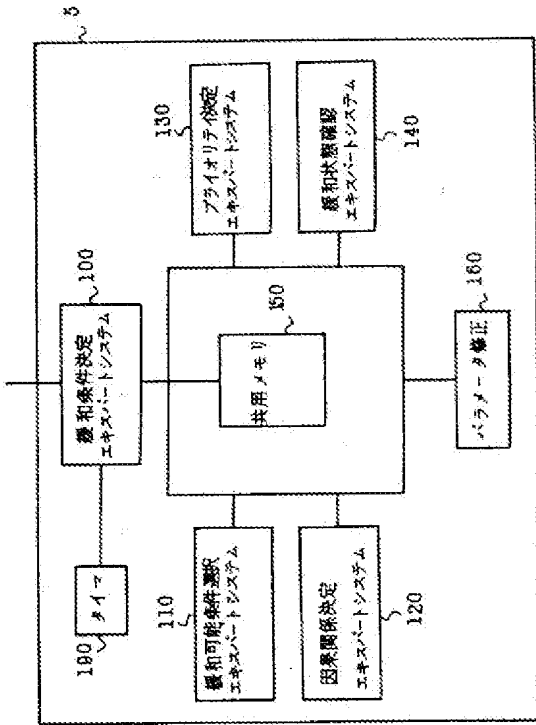
第 5 図



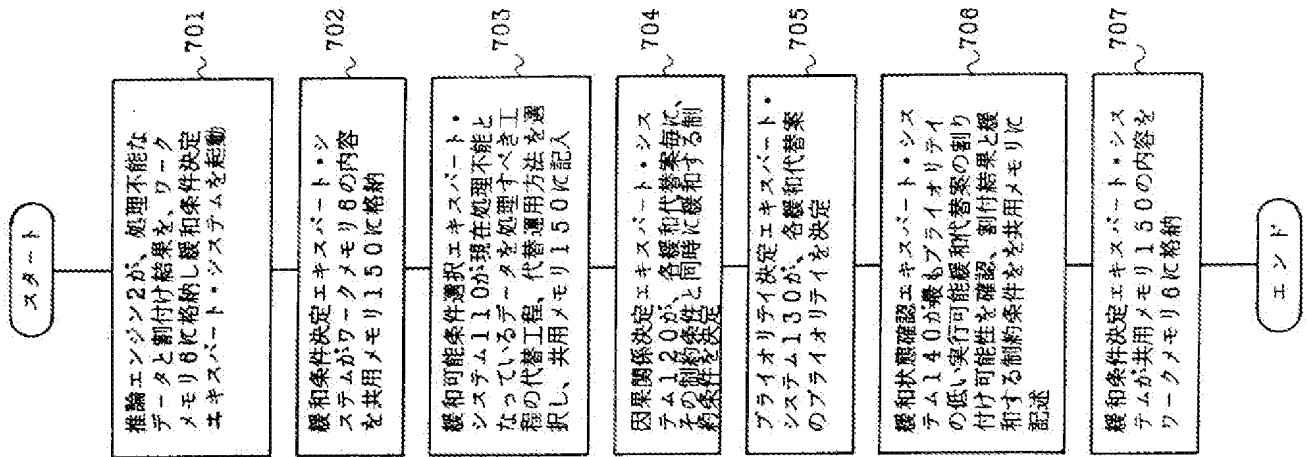
第 6 図



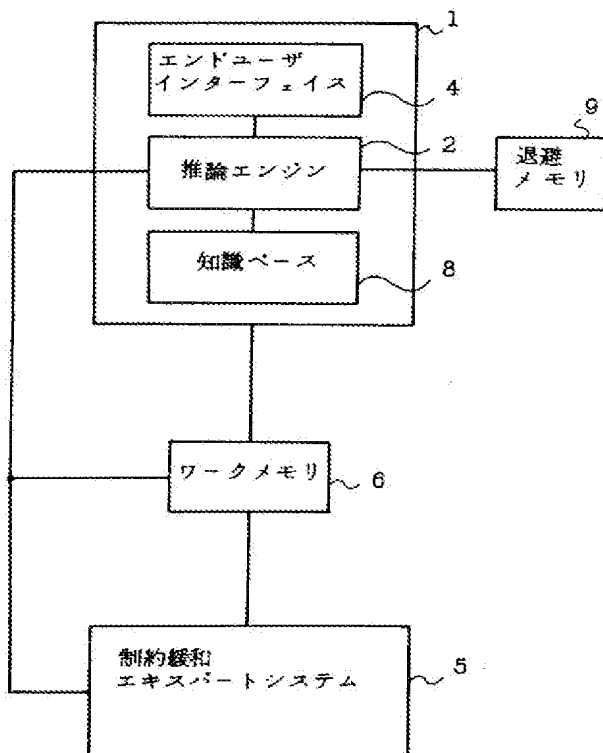
第 8 図



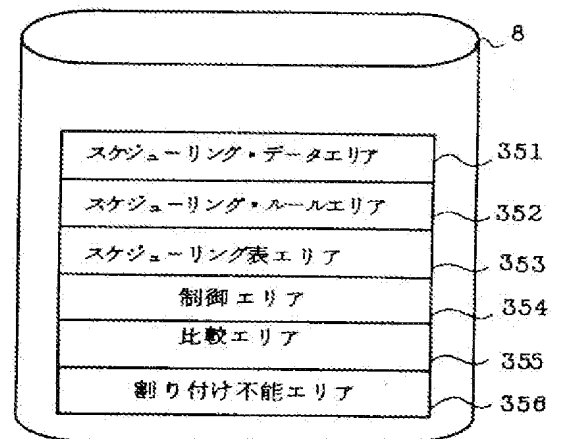
第 7 図



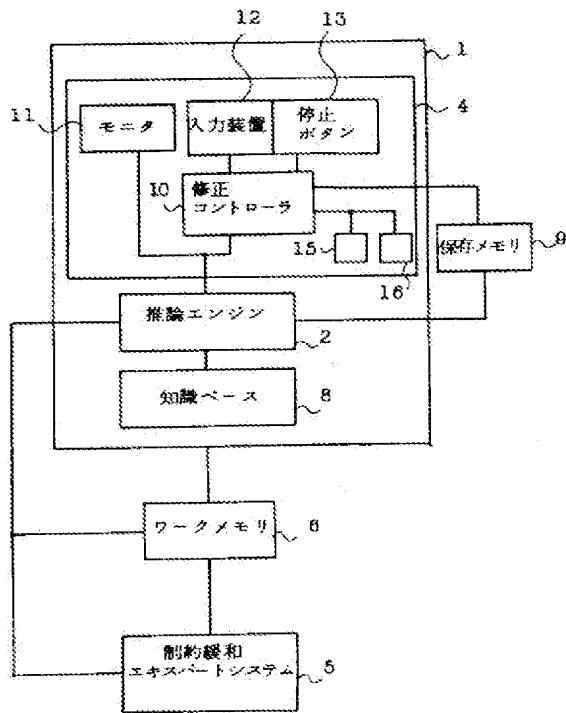
第 9 図



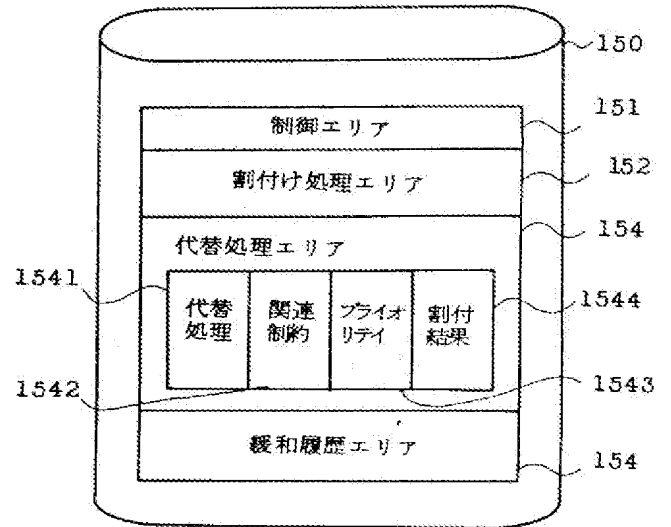
第 10 図



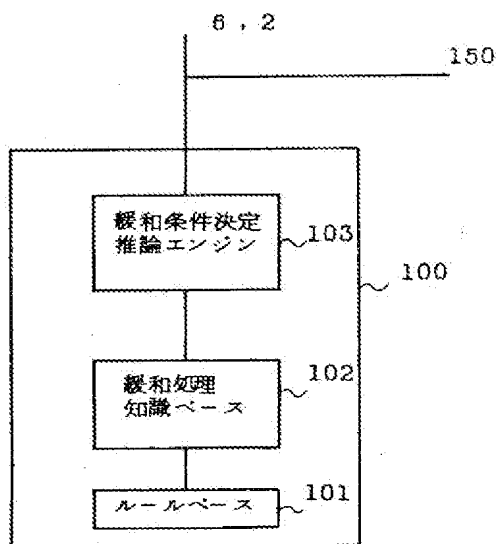
第 1 1 図



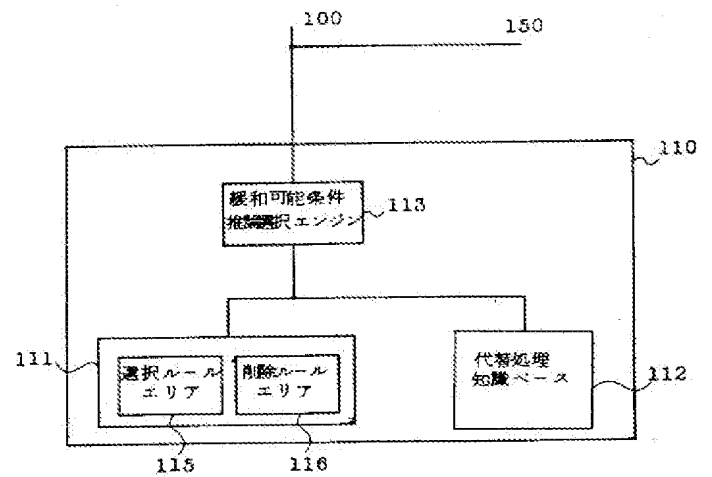
第 1 2 図



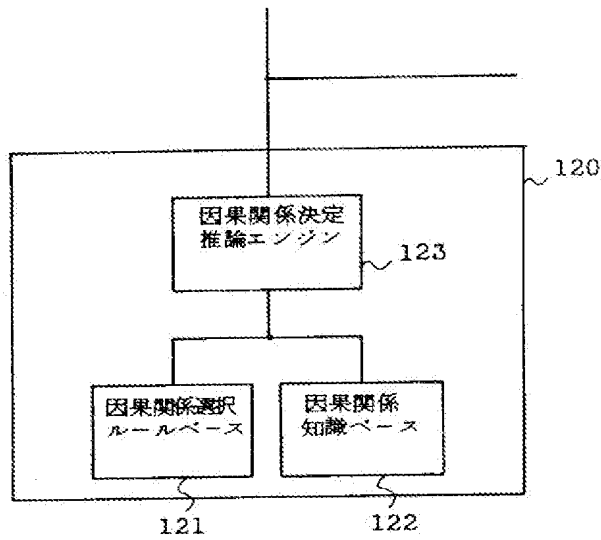
第 1 3 図



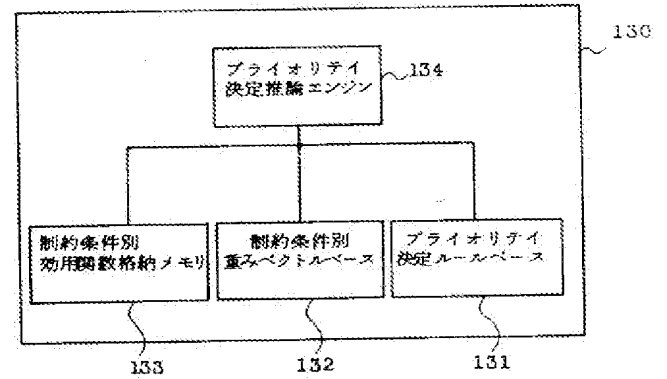
第 1 4 図



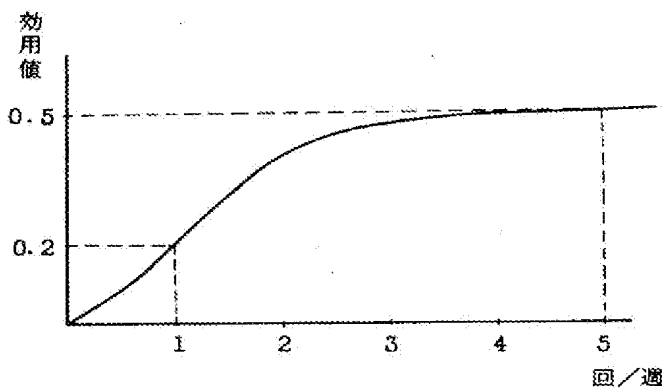
第 1 5 図



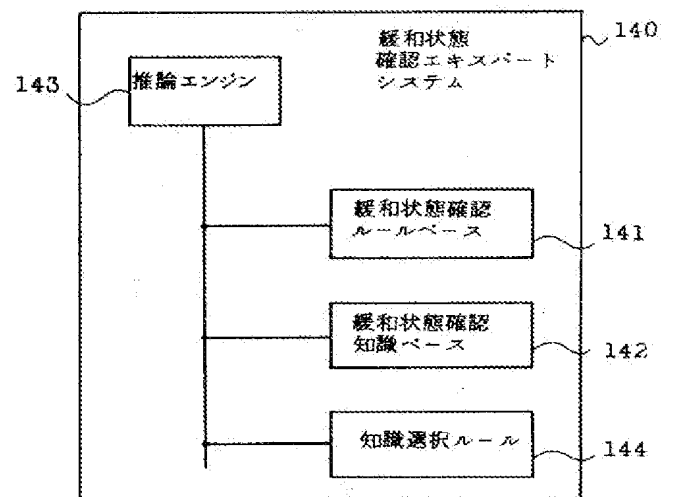
第 1 6 図



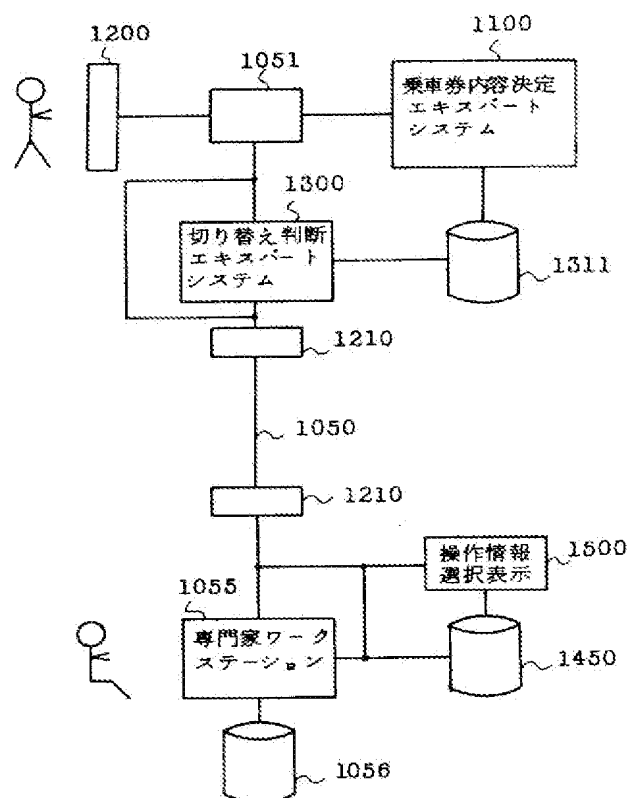
第 1 7 図



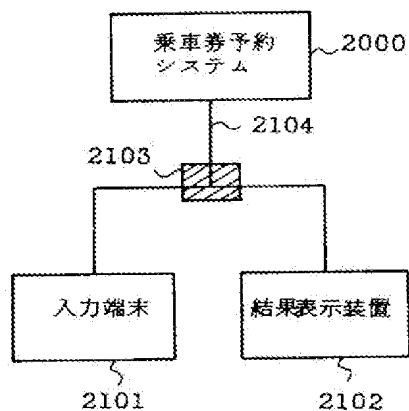
第 1 8 図



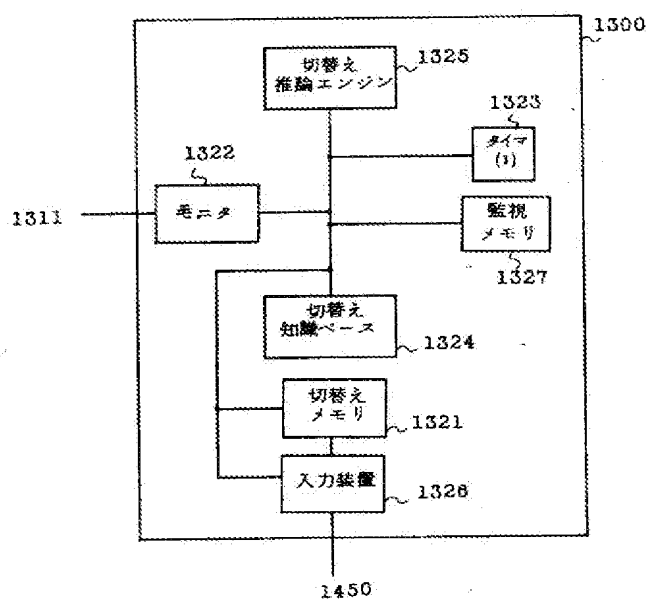
第 20 题



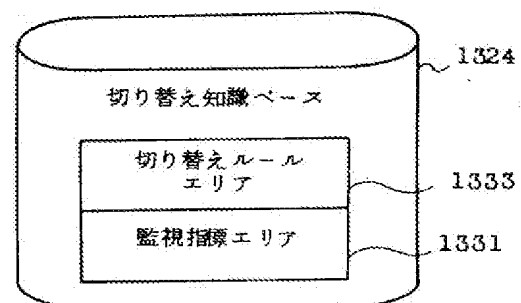
第 19 圖



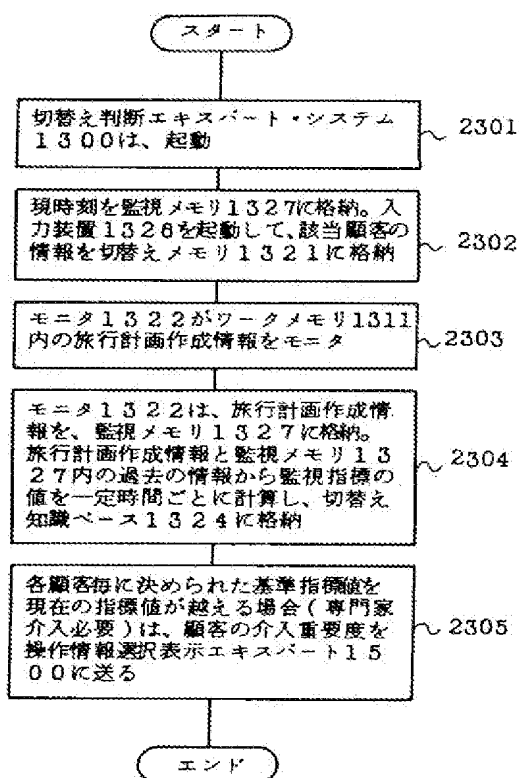
第 2.1 圖



第 22 题



第 2 3 図



第1頁の続き

②発 明 者 奥 出

 聡 神奈川県川崎市幸区鹿島田890番地の12 株式会社日立製  
作所情報システム工場内